Aus der Augenklinik
des Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhauses Berlin
Chefarzt: Prof. Dr. med. F. Söllner

KRYOKOAGULATION DES ZILIARKÖRPERS

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den
Medizinischen Fachbereichen der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hans-Wolfram Thumm
aus Berlin

1975

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547206_0094

Aus der Augenklinik des Städtischen
Rudolf-Virchow-Krankenhauses Berlin
Chefarzt: Prof. Dr. med. F. Söllner

KRYOKOAGULATION DES ZILIARKÖRPERS

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den
medizinischen Fachbereichen der Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Hans-Wolfram Thumm
aus Berlin

Referent: Professor Dr. F. Söllner

Korreferent: Professor Dr. H.F. Tiburtius

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fachbereiche der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 23.4.75

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung und Problemstellung

II. Wirkung der Kälte auf biologische Strukturen

III. Historischer Überblick über die Kryochirurgie

A. Gesamte Medizin

B. Glaukom

a) Tierversuche

b) Klinik

IV. Eigene Untersuchungen

Vergleichende Untersuchungen über die Ergebnisse der Kryokoagulation des Ziliarkörpers nach 5,5 und nach 23,5 Monaten an menschlichen Augen.

V. Diskussion

VI. Literaturverzeichnis

VII. Lebenslauf

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Bei der operativen Behandlung des Grünen Stars versucht der Augenarzt aus der Fülle der angegebenen Operationsverfahren dasjenige auszuwählen, das den Erfordernissen des besonderen Einzelfalles gerecht wird. Allein die Vielzahl der Operationsarten weist darauf hin, daß es eine geeignete Standardmethode nicht gibt.

Grob-schematisch lassen sich die antiglaukomatösen Operationen in zwei Gruppen einteilen:

1. Verfahren, durch die der Abfluß des Kammerwassers in praeformierte oder neu zu bildende Wege ermöglicht wird und
2. in Verfahren, die die Produktion des Kammerwassers verringern.

Zu den letzteren gehören die diathermischen Methoden (Oberflächendiathermie nach WEVE 1932, Zyklodiathermiestichelung nach VOGT 1936, Cilo-Zyklo-Anolyse nach SCHRECK 1949, Skleradiathermiepunktur nach REISER 1949, episklerale Ziliararterienverödung nach v. WOLFFERSDORFF 1953, nichtperforierende retroziliare Diathermiestichelung nach L. und R. WEEKERS 1945, Zykloelektrolyse nach BERENS 1955, stumpfspitze Diathermie nach HEINSIUS und MAAS 1956, Ziliararterienverödung nach STREIFF und SUCCHI 1960). Die Entwicklung und klinische Beurteilung der diathermischen Operationen ist eng verknüpft mit den Untersuchungen von GASTEIGER, MÜLLER und KOHLHAAS, NEUBAUER, THIEL, SAUTTER, MEESMANN und WAGNER und SCHLITTER. Während die zuletzt genannten Autoren in der Mehrzahl über relativ günstige Ergebnisse berichteten, hatten andere Untersucher weniger gute Erfahrungen. In letzter Zeit lasteten BERENS und SHEPPARD der Zyklodiathermie eine Reihe schwerwiegender Komplikationen an: Bulbusatrophie in 5 %, Phthisis bulbi in 2,5 %, absolutes Glaukom in 6,4 %, außerdem Cataract, Vorderkammer- und Glaskörperblutungen.

Heutzutage wird die Zyklodiathermiepunktur bzw. deren Modifikationen doch vorwiegend nur in besonderen Situationen angewendet, z. B. bei letzten Augen mit Restfunktion, denen der Operateur das Risiko einer fistulierenden Operation nicht zumuten will oder als ultima ratio bei mehrfach voroperierten Augen. Eine gewisse Bedeutung hat die Diathermie noch in der Behandlung des hämorrhagischen Glaukoms.

Aus den oben genannten Komplikationen ergab sich für viele Forscher die Aufgabe, eine Methode zu finden, die die erwähnten Risiken ausschaltet und eine dauerhafte Herabsetzung der Sekretionstätigkeit des Ziliarepithels hervorruft.

An physikalischen Möglichkeiten, den Ziliarkörper zu veröden, gab es außer der Diathermie bisher Versuche mit schnellen Elektronen (GENEE und WEITZEL), mit Licht (WEEKERS et al., ZWENG und FLOCKS) - in jüngster Zeit auch über ein spezielles Hinterkammerkontaktglas (SLEZAK 1973) - und mit Kälte.

Die Aufgabe der vorgelegten Arbeit ist die ausführliche Darstellung der Kälteeinwirkung auf den Ziliarkörper. Die Arbeit gliedert sich in mehrere Teile. In einem einführenden Abschnitt werden die physiko-chemischen Grundlagen der Kältewirkung auf biologische Strukturen dargestellt. Dann soll versucht werden, anhand eines historischen Überblicks die Entwicklung der Kältechirurgie in der gesamten Medizin und speziell in der Glaukomchirurgie darzulegen. Eigene Untersuchungen über die Ergebnisse der Kryokoagulation des Ziliarkörpers nach 5,5 und 23,5 Monaten an menschlichen Augen sollen die Leistungsfähigkeit dieser Methode überprüfen, wobei das Schwergewicht der Untersuchungen neben der Darstellung des Verhaltens von Augendruck und Funktion auf der Analyse von Faktoren

liegen soll, die für das Ergebnis der Operation bedeutungsvoll erscheinen. Operationskomplikationen, Spätfolgen und besondere Einzelfälle werden gesondert besprochen.

II. WIRKUNG DER KÄLTE AUF BIOLOGISCHE STRUKTUREN

Veränderungen an biologischen Strukturen durch rasch einsetzende und intensive Abkühlung sind aus der Gefriertrocknungsforschung wohl bekannt. Gerade weil der aseptische Gewebstod, den die Kälte unter kryochirurgischen Bedingungen hervorrufen soll, auf dem Gebiet der Gefriertrocknung nicht eintreten soll, sind die Grundlagen von diesem Zweig der Wissenschaft erarbeitet worden.

Alle drei Jahre finden Gefriertrocknungstagungen in Köln statt, wo die Ergebnisse der Forschung aus dem Bereich der Lebensmittelkonservierung bis zu speziellen medizinischen Anwendungsgebieten (Bakteriologie, Immunologie, Impfwesen, Blutkonservierung, Histologie, Spermaforschung usw.) veröffentlicht werden. Anläßlich der 6. Tagung 1965 referierte NEUMANN über Grundlagen der Gefriertrocknung.

Zwei Parameter bestimmen den Einfrierprozeß: die Geschwindigkeit, mit der die Temperatursenkung durchgeführt wird und die Tiefe der Temperatur, bis zu der man kühlt. Nach Unterschreiten des Nullpunktes gefriert zuerst ein Teil des Wassers und sammelt sich in Form von Eiskristallen im Innern des Gewebes an. Bei langsamem Einfrieren, z. B. 1 Grad Temperatursenkung pro Minute, wachsen große Eiskristalle heran, die mit bloßem Auge sichtbar sind. Wird extrem schnell eingefroren, z. B. 10 - 50 Grad pro Sekunde, bleiben die Eiskristalle unter der Auflösungsgrenze des Lichtmikroskopes.

Wie schädigt nun die Eiskristallbildung das Gewebe?

1. Mechanisch.

Intrazelluläre Eiskristalle können Zellorganellen und Zellwände zerstören. Um die Eiskristallbildung zu vermeiden, werden in der Gefriertrocknung von Gewebe für histologische Untersuchungen kleine Gewebsstückchen extrem rasch eingefroren, indem sie in Isopentan geworfen werden, welches auf die Temperatur flüssiger Luft gekühlt wurde.

2. Physiko-chemisch.

Durch extrazelluläre Dehydrierung bei der Eiskristallbildung kommt es zu hohen Salzkonzentrationen, wobei die Konzentrationserhöhung der Elektrolyte den für das Gewebe tödlichen Effekt des Einfrierens darstellt. Die Lipoproteinverbindungen der Zellmembran entarten und lösen sich auf.

Wichtig ist neben der Geschwindigkeit des Einfrierens eine genügend tiefe Temperatur, da in konzentrierten Salzlösungen der Gefrierpunkt sinkt, und zwar je nach Art des Salzes verschieden. Den tiefsten Gefrierpunkt hat Calziumchlorid ($Ca\ Cl_2 \times 6\ H_2O$), dessen eutektische Temperatur - 56 Grad beträgt. Um alles Wasser in Salzlösungen durch Eiskristallbildung zu entfernen, müssen zum Einfrieren Geräte benutzt werden, die unter - 56 Grad kühlen.

3. Osmotisch.

Der endgültige Gewebstod wird beim Wiederansteigen der Temperatur erreicht. Bei Temperaturen von - 5 bis 0 Grad wird schlagartig Schmelzwasser frei, welches die kolloidalen Gebilde der Zellen durch osmotischen Pumpenschlag irreversibel zerstört (SOLE 1966).

4. Thrombosierung der Kapillaren.

Während größere Gefäßlumina nach dem Auftauen wieder normalen Blutstrom aufweisen, kommt es zu anhaltender Verstopfung des Kapillarnetzes (MCLEAN und LINCOFF 1964), (WIESINGER 1967, LINCOFF et al. 1968, SCULLICA und PECORI 1969, BOLES-CARENINI und ORZALESI 1969).

5. Thermisch.

Epitheliale und nervöse Zellen sind besonders kälteempfindlich, während faserige und sehnige Elemente, wie z. B. die menschliche Sklera durch Kältebehandlung kaum Schaden nehmen.

Beim Einfluß der Kälte auf biologische Strukturen handelt es sich also bei geeigneter Dosierung um einen auf das Gebiet der Anwendung beschränkten aseptischen Gewebstod. Für die medizinische Anwendung ergibt sich die Forderung nach einem handlichen Gerät, das reproduzierbare und ausreichend tiefe Temperaturen erzeugt und mit einer Abtauvorrichtung versehen ist.

III. HISTORISCHER ÜBERBLICK ÜBER DIE KRYOCHIRURGIE

A) Gesamte Medizin.

In Italien haben FORLANI, TIBERIO und NEGRONI, in Frankreich MOREAU und HAUT und in der DDR MATTHÄUS und KRANTZ die in den letzten zehn Jahren kaum noch überschaubare Vielfalt an Veröffentlichungen über Kryochirurgie gesichtet und in umfassender Darstellung einen Überblick gegeben. Da die Autoren auch ausführlich auf die geschichtliche Entwicklung eingegangen sind, werden im folgenden historischen Überblick nur die wichtigsten Daten aufgeführt und nach den genannten Autoren zitiert.

Um die Jahrhundertwende wurde von mehreren Forschern erstmalig die Kälteanwendung als umschriebene therapeutische Läsion des menschlichen Gewebes angewendet. Die ersten Versuche wurden bei dermatologischen Erkrankungen mit teilweise günstigen Ergebnissen vorgenommen. 1896 behandelte in Österreich ULLMANN erstmalig den Lupus tubercularis und andere Hauterkrankungen mit Chloraethyl. Ebenfalls Chloraethyl benutzte bei gleicher Indikation in Dänemark DETHLEFFSEN. Eine Variante stellte die 1903 von ARNIG benutzte Chloraethyl-Chlormethyl-Mischung dar. Als Weiterentwicklung kam flüssige Luft zur Anwendung (WHITE, TRIMBLE, WHITEHOUSE und DADE 1899). Im Jahre 1903 wurde auf dem Dermatologenkongreß in Sarajewo ein weiteres geeignetes Kältemittel vorgestellt, welches lange Zeit führen sollte: flüssige Kohlensäure. Die folgende Entwicklung wurde durch die technische Vereinfachung eines geeigneten Instruments gekennzeichnet. 1905 stellte der Amerikaner PUSEY einen Kohlensäurestift vor, der leicht zu handhaben und technisch einfach konstruiert war. Seine Anwendung breitete sich rasch in Amerika, Europa, Rußland und Japan aus und befruchtete die Forschung. 1912 wurde der erste Kryokauter von BORDAS entwickelt: ein mit Kohlensäureschnee und Aceton gefülltes

Silberrohr, dessen Spitze freilag, während das übrige Rohr von einer doppelwandigen Glashülle umgeben war, die ein Vakuum enthielt. Es folgten verschiedene Weiterentwicklungen vor allem in Frankreich durch BECLERE und BECLERE und durch LORTAT-JACOB. Letzterer wurde als Drapier-Kauter wegen seiner bestechend einfachen Konstruktion das führende Instrument. In den nächsten Jahrzehnten geriet die Entwicklung ins Stocken bzw. in Vergessenheit, da bestimmte technische Forderungen nicht erfüllt wurden: ungenügende Intensitätsbreite, keine variablen Temperaturen, insbesondere die Unmöglichkeit, über längere Zeit eine konstante Temperatur einhalten zu können. Der entscheidende Anstoß für die stürmische Entwicklung und rasche Ausbreitung der Kryochirurgie im letzten Jahrzehnt kam für die Allgemeinmedizin aus der Neurochirurgie.

IRVING S. COOPER stellte 1961 sein Kryoskalpell vor, das sich durch konstante Temperaturkontrolle auszeichnete und in seinen Abmessungen chirurgischen Anforderungen entsprach. Der Kühleffekt wurde durch flüssigen Stickstoff erzielt, der über ein Schlauchsystem zur Spitze eines Silberrohres transportiert wurde, wo er durch Verdunstung seine Kältewirkung entfaltete. Außerdem enthielt das Instrument an seiner Spitze Meßinstrumente zur Temperaturkontrolle. Die neurochirurgischen Indikationen waren vielgestaltig, z.B. maligne Neubildungen des Gehirns, Kryothalektomie, Kryohypophysektomie usw. In der Urologie wurde die Chirurgie der Prostata neu belebt.

Entwicklung in der Augenheilkunde

SCHÖLER veröffentlichte 1918 die Ergebnisse der experimentellen Kohlensäureschneeapplikation auf die Sklera von Kaninchenaugen und beschrieb den Ablauf einer Chorioretinitis mit fester Narbenbildung. In Analogieschluß zu seinen Tierexperimenten versuchte SCHÖLER die Heilung einer hochblasigen Netzhautablösung bei Myopia magna. Einmal transconjunctivales, einmal transsklerales Vorgehen besserten zwar etwas das Sehvermögen, heilten jedoch die Ablösung nicht; wohl wegen ungenügender Lokalisation des Netzhautforamens. In Frankreich behandelte VEILL verschiedene Haut- und Bindehauterkrankungen ohne überzeugenden Erfolg. (1928). DEUTSCHMANN wiederholte 1933 und 1935 die Versuche SCHÖLERS bei Netzhautablösungen. Durch die trepanierte Sklera wurde Kohlensäureschnee mit Hilfe eines Glaszylinders auf die freigelegte Aderhaut für 15 - 20 - 30 Sekunden gebracht. Er beobachtete 8 - 14 Tage nach Kauterisierung die Pigmentierung der behandelten Areale und wies auf den geringen schädlichen Einfluß der Kälte auf die Sklera hin.

1934 berichtete BIETTI über die Möglichkeit, intensive chorioretinale Adhäsionen durch Kälteanwendung zu erzielen und empfahl, diese Methode für die Therapie der Netzhautabhebung anzuwenden. 1947 und 1950 war es wiederum BIETTI dem der Verdienst gebührt, als erster die Kryochirurgie in der Behandlung des Glaukoms angewendet zu haben. Die Applikation von Kohlensäureschnee auf die Ziliarkörpergegend bewirkte eine Herabsetzung des Augeninnendrucks durch Abnahme der Kammerwasserproduktion. 1960 stellte KRWAWICZ einen Kryoextraktor zur intracapsulären Starextraktion vor und berichtete ein Jahr später über die ersten Erfahrungen an 50 Fällen. 1961 wurde von KELMAN eine Modifikation des Kryoskalpells von COOPER für die Starausziehung empfohlen. Die folgende Entwicklung ist Gegenwartsgeschichte.

Inzwischen sind eine Fülle verschiedenster Kryokauter auf dem Markt mit speziellen Ansätzen für Linsen-, Netzhaut- und Glaskörperchirurgie. Die Kryochirurgie ist zum festen Bestandteil der Augenheilkunde geworden.

B) Kryochirurgie des Glaukoms.

Wie schon erwähnt, berichtete BIETTI 1947 über 15 Fälle mit Sekundärglaukom, die durch Kohlensäureschneeapplikation transconjunctival in der Ziliarkörpergegend behandelt wurden. Während der ersten postoperativen Tage wurden Hyperämie und Absinken des intraocularen Drucks beobachtet. Drei bis sechs Tage nach der Vereisung stieg der Druck wieder schrittweise an. 1950 veröffentlichte BIETTI die Ergebnisse der Kryokoagulation des Ziliarkörpers bei 21 menschlichen Augen mit verschiedenen Glaukomarten. Bei 16 lag die endgültige Tension unter dem präoperativen Niveau, bei 12 dieser 16 Augen war der Druck reguliert. Bei 2 Augen wurde lang anhaltende Hypotonie beobachtet.

Die weitere Erforschung wurde vorübergehend aufgehalten, da geeignete Geräte fehlten. Als diese dann Anfang der 60er Jahre zur Verfügung standen, waren es vor allem amerikanische Autoren, die die Kältechirurgie des Ziliarkörpers an Kaninchen- und Menschenaugen experimentell und klinisch erforscht haben. Die Entwicklung der Kryochirurgie des Glaukoms ist eng verknüpft mit den Namen MCLEAN und LINCOFF 1965, POLLACK und DE ROETTH 1964, DE ROETTH 1965-69, DE VOE 1964, KRWAWICZ und SWARC 1965, ZENTENO et al. 1965, SAMBURSKY und PAIVA FERRERA 1967, LINCOFF, CAVERO, NADEL und MCLEAN 1968. Weiterhin HAYE, HAUT und MONDON 1967, WIESINGER 1967, BURCH und MORSE 1968, LEHFINEN und NIITTYVIITA 1968, BOLES-CARENINI und ORZALESI 1968, DALMA und FONTAN 1968. MIZUTA, AZUMA und ICHIHASHI 1968 erzielten durch Kälteanwendung auf die Limbusregion von Kaninchen- und Menschenaugen eine signifikante Drucksenkung. MOREAU (1971) beschrieb die Gonio-Kryo-Appli-

kation, wobei der Kammerwinkel nach Eingehen in die Vorderkammer an sechs Stellen koaguliert wird. In letzter Zeit berichteten SCULLICA und PECORI 1969, CHENOWETH und APPLETON 1969, JOBBAGYI 1970, MISIUN 1970, HAGIOPOL 1970, SZYMANSKI et al. 1970, SÖLLNER und THUMM 1971, PATTERSON, PATTERSON und BRIGGS 1971, NEMETZ 1972, PAAKKALA 1973, LOHSE und FUHRMEISTER 1973 und PETRYS 1973 über ihre experimentellen und klinischen Erfahrungen.

Besonders günstige Ergebnisse hatten FAULBORN und HÖSTER 1973 bei der Kältebehandlung des hämorrhagischen Glaukoms.

Es erscheint sinnvoll, bei der nun folgenden Besprechung der tierexperimentellen und klinischen Ergebnisse kennzeichnende Arbeiten besonders hervorzuheben.

TIERVERSUCHE:

Die durchgeführten Kaninchenversuche verliefen im gewissen Sinne enttäuschend. Applikationen von 79 Grad Kälte auf die Ziliarkörperregion waren zwar von der gewünschten Drucksenkung gefolgt (BIETTI, MCLEAN und LINCOFF), jedoch stieg der Druck kontinuierlich wieder an und hatte nach 15 - 25 Tagen das Ausgangsniveau erreicht. DE ROETTH hielt es für wahrscheinlich, daß beim Kaninchen eine bestimmte Zahl der sehr langen und weit vorn gelegenen Ziliarkörperfortsätze von der Kälteanwendung verschont blieben und letztere nach einiger Zeit in der Lage waren, den ursprünglichen Augentonus wiederherzustellen. Stärkere Kälteanwendung von - 100 bis 140 Grad erzeugte eine dauerhafte Hypotonie, die Augen gingen jedoch an Phtisis zugrunde (MCLEAN und LINCOFF). Um den Mechanismus der Augendrucksenkung zu erforschen, unternahmen BOLES-CARENINI und ORZALESI und SCULLICA und PECORI aufwendige Untersuchungen. Die erstgenannten Autoren beschrieben, daß es unmittelbar nach der Kryokoagulation zunächst zu einem Anstieg der Tension mit vermehrter Kammer-

wasserproduktion, dann jedoch zu einer Tensions- und Kammerwasserabnahme beim Kaninchenauge kommt. Die Zeiträume bis zur Normalisierung des Augendrucks waren verschieden und bewegten sich um 30 Tage. Veränderungen der Ultrastruktur waren vor allem kurz nach der Behandlung zu beobachten. Es kam zum Bruch der Blut - Kammerwasserschranke. In größerem Abstand von der Koagulation fand sich eine mäßige Dystrophie der Ziliarfortsätze.

SCULLICA und PECORI sowie LOHSE und FUHRMEISTER kamen bei unterschiedlichen Versuchsanordnungen zu der gemeinsamen Ansicht, daß Kreislaufveränderungen im Bereich des Ziliarkörpers die verminderte Produktion des Kammerwassers hervorrufen. Mittels Neoprenmilchinjektion wurden die Gefäßverhältnisse der Iris und des Ziliarkörpers studiert. Anfänglich fanden sich Verengerungen der Arterien mit Kreislaufstillstand am Niveau des Ziliarprocessus. Stillstand der Durchblutung bestand mehr als 45 Tage bei stärkerer Vereisung, bei schwacher Vereisung herrschten bereits 30 - 45 Tage nach der Koagulation normale Kreislaufverhältnisse.

Die histologischen Veränderungen an Kaninchenaugen wurden besonders von LINCOFF und Mitarbeitern untersucht. Es wurden unter verschiedensten Bedingungen (Temperatur: - 60 bis - 120 Grad, Einwirkungszeit 10 - 30 Sekunden, 7 - 17 Applikationen) die histopathologischen Veränderungen und der Augendruck untersucht. Conjunctiva, Cornea und Sklera erschienen im histologischen Bild unverändert. Dagegen zeigte die Iris in einigen Augen eine periphere Atrophie. Cataracte wurden nie beobachtet. Untersuchte man innerhalb des ersten Monats nach Kälteanwendung, fanden sich entzündliche Veränderungen des Ziliarkörpers und andere Anzeichen einer abgelaufenen Iridocyclitis: Zellinfiltration, Mikrohaemorrhagien, nicht selten eine Fibrocytenmembran an der Glaskörperseite des Ziliarkörpers. Die endgültigen Veränderungen waren folgende: Als bevorzugt empfindlich erwies

sich das Pigmentepithel. In der Regel waren die Pigmentzellen im Bereich der dünnen Abschnitte des Ziliarkörpers verlorengegangen. Pigmentgranula konnten in Makrophagen nachgewiesen werden, die sich innerhalb von Fibrocytengruppen fanden. Das Ziliarepithel war gegenüber der Kälte resistenter als das Pigmentepithel. Erst ab - 80 Grad oder höher wurde Ziliarepithelatrophie gefunden, wobei um Kapillaren fibroplastische Proliferationen gefunden wurden. Muskelfasern und größere Venen waren unbeeinflußt. WIESINGER behandelte 28 Kaninchenaugen mit modifizierter Technik. Er vertrat die Ansicht, daß die anfängliche Hypotonie des Augapfels auf einer Stase der vorderen Uveagefäße beruht, während später überwiegend der atrophische Zustand des Ziliarkörpers und die Schädigung seines Epithels für den verminderten Tonus verantwortlich sind. PATTERSON und Mitarbeiter untersuchten die Beziehung zwischen Rigidität des Auges und intraocularem Druck nach Zyklokryotherapie an Kaninchenaugen. Hierbei wurde der Augendruck einmal manometrisch durch Vorderkammerpunktion, andererseits mit dem Schiötztonometer verfolgt. Es stellte sich heraus, daß die mit dem Schiötztonometer ermittelten Werte in krassem Gegensatz zu den manometrischen Werten lagen. Während bei der durch manometrische Messung ermittelten Kurve eine gute Übereinstimmung mit der Veränderung des Rigiditätskoeffizienten bestand, konnte eine solche Parallelität zwischen Schiötz - gemessener - Druckkurve und Rigiditätskoeffizient nicht hergestellt werden. Unmittelbar nach der Operation kam es zu einem initialen Druckanstieg nach sechs Stunden, dem ein rascher Abfall folgte, welcher nach zwei Wochen seinen Tiefpunkt erreichte. Von der 4. bis zur 14. Woche wurde gegenüber der Kontrollgruppe ein gleichbleibendes niedriges Druckniveau beobachtet. Auch der Rigiditätskoeffizient war eine veränderliche Größe. Unmittelbar nach der Operation lag er ziemlich niedrig, erreichte jedoch von der 4. bis zur 14. Woche

ein höheres Niveau als die Kontrollgruppe. - Diese Untersuchungen weisen darauf hin, daß es durch die Kryokoagulation zu erheblichen Veränderungen der Rigidität kommen kann. Das muß uns veranlassen, einer möglichen Rigiditätsänderung durch Differentialtonometrie oder ausschließliche Applanation Rechnung zu tragen.

Einheitliches Ergebnis aller Untersuchungen am Kaninchen war die Erkenntnis, daß eine Temperatur von - 80 Grad bei geeigneter zeitlicher Dosierung und genügender Anzahl von Applikationen in der Lage ist, den Augendruck zu senken und, daß bis auf eine Hyperaemie der Bindehaut und mäßigen Reizzustand in der Vorderkammer keine nachteiligen Folgen zu befürchten sind. Trotz der meist flüchtigen Drucksenkung am Kaninchenauge wurde die Kryokoagulation des Ziliarkörpers am menschlichen Auge in der Hoffnung auf erfolgreiche Drucksenkung bei bekannt niedrigem Risiko angewendet.

KLINIK:

Die klinischen Ergebnisse sind widersprüchlich. Die Skala der Beurteilung reicht von vorsichtigem Optimismus (SÖLLNER und THUMM) bis zur entschiedenen Ablehnung (LINCOFF und BÖKE). Der Grund so unterschiedlicher Ansichten ist wohl in der bisher ungelösten Standardisierung der Operationstechnik zu suchen.

OPERATIONSTECHNIK:

Die Anzahl der Applikationen variiert je nach Autor von vier (BIETTI, JOBBAGYI, HAYE, BURCH und MORSE), fünf (SÖLLNER und THUMM), sechs (DE ROETTH), acht (WIESINGER, PAULBORN und HÖSTER, MISIUN, NEMETZ) bis zwölf (BOLES-CARENINI). Einen anderen Weg beschritt HILSDORF, der die Anzahl der Herde abhängig vom Druckabfall unter Einwirkung der Kryode setzte.

Ebenso unterschiedlich ist die Einwirkungszeit der Kälte. Sie reicht von fünf Sekunden (HAYE) über zwanzig Sekunden (LINCOFF) bis zwei Minuten (BIETTI). Einige Autoren benutzten doppelte Applikationen an gleicher Stelle: erst sechzig Sekunden, dann nochmals dreißig Sekunden (WIESINGER, SÖLLNER und THUMM).

Auch finden sich divergierende Angaben über die verwendeten Temperaturen. So bevorzugen MISIUN, SÖLLNER und THUMM, PAAKKALA 45 - 60 Grad, WIESINGER, BURCH und MORSE 60 - 70 Grad, HAYE und Mitarbeiter 120 Grad. Meist wird jedoch aus technischen Gründen eine Temperatur von 79 Grad gewählt (BIETTI, MIZUTA und ICHIHASHI, DE ROETTH, JOBBAGYI). CHENOWETH und APPLETON halten eine sequentielle Anwendung im Abstand von 4 - 5 Wochen für vorteilhaft, da die Gefahr einer Hämorrhagie bei diesem Vorgehen geringer sein soll. MOREAU koaguliert auf der zum Teil eingeschnittenen Sklera.

Die so unterschiedlichen Operationstechniken erschweren natürlich eine vergleichende Beurteilung der klinischen Ergebnisse. Außerdem wurden einige Faktoren bisher nicht berücksichtigt.

Für die Wahl der geeigneten Einwirkungszeit der Kälte ist es von entscheidender Bedeutung zu wissen, wann denn mit

einer Eiskristallbildung des Ziliarkörpers zu rechnen ist. In der Literatur fanden sich nur zwei Angaben. LINCOFF et al. beobachteten bei einem aphaken Auge mit totalem Kolobom Eisbildung nach 30 Sekunden bei einer Kälteeinwirkung von - 80 Grad. NEMETZ wiederholte den Versuch am enukleierten Auge und bestätigte das Ergebnis. Ich hatte Gelegenheit, an einem aphaken Auge mit totalem Kolobom eine Kryokoagulation des Ziliarkörpers unter Sicht durch das Dreispiegelglas vornehmen zu können. Die Koagulation wurde mit einem Amoilsgerät durchgeführt, die Zeiten wurden mit Stoppuhr gemessen. Bei einer Temperatur von - 65 Grad trat Eisbildung im Bereich der pars plana corporis ciliaris nach drei bzw. fünf Sekunden auf. Die Ziliarkörperzotten froren nach 27 bzw. 30 Sekunden. Die unterschiedlichen Zeiten stehen in Relation zur Limbusdistanz. Beim 1. Versuch wurde in 3 mm, beim 2. in 4 mm Limbusdistanz gemessen.

Ein weiterer Faktor für die ungenügende Vergleichbarkeit der Ergebnisse dürfte in der bisher ungenügend berücksichtigten individuellen topographischen Lage des Ziliarkörpers zu suchen sein. BURCH und MORSE behandelten ein elf Tage altes Kind mit Zyklokryothermie in 4,5 mm Limbusdistanz. Am Fundus wurde weit über die pars plana in die periphere Netzhaut hineinreichende Narbenbildung beobachtet. HILSDORF ging nach zunächst schematisierter Limbusdistanz dazu über, die genaue Lage des Ziliarkörpers durch Intensivdiaphanoskopie (NEUBAUER) vor jeder Operation zu bestimmen. Die übrigen Autoren wählten Limbusdistanzen von 3 - 6 mm.

Unberücksichtigt blieben bisher auch andere individuelle Faktoren. So ist z. B. die Ausdehnung der Kälte im Gewebe von dessen Dicke und Vaskularisierung abhängig. Außerdem spielt der durch die Kryode vom Operateur ausgeübte Druck nach Untersuchungen von BRIHAYE und OOSTERHUIS eine wichtige Rolle. Die Zukunft weist hier vielleicht einen Weg durch

Koagulation unter Zuhilfenahme des Hinterkammerkontaktglases, da man dann unter Sicht individuell dosiert koagulieren könnte.

Die Dosierung ist bisher ein ungelöstes Problem, das sich sicherlich bei den beobachteten Komplikationen ursächlich ausgewirkt hat. Deshalb sollen vor der Besprechung der klinischen Ergebnisse die bisher beobachteten Komplikationen zusammengestellt werden.

KOMPLIKATIONEN:

Alle Autoren berichteten übereinstimmend über eine unmittelbar nach der Operation auftretende Conjunctivitis mit Hyperaemie, Chemosis, vereinzelt auftretenden petechialen Blutungen und Epiphora.

Relativ häufig trat eine Iritis bzw. Iridocyclitis auf, die jedoch in allen Fällen durch Mydriatica und Cortison-Medikation innerhalb von 2 - 3 Wochen abklang. DE ROETTH jun., der über 201 Fälle verfügt, gab die Häufigkeit einer Iridocyclitis mit 25 % an. In guter Übereinstimmung mit DE ROETTH fanden SÖLLNER und THUMM bei 58 operierten Augen in 14 Fällen (= 27 %) Iridocyclitis. Bei 4 dieser 14 Augen kam es infolge zu limbusnahen Aufsetzens der Kryode zu einer langdauernden, aber auch hier vorübergehenden Hornhautquellung mit starkem intraocularen Reizzustand und passagerem Tensionsanstieg. Daher sollte das Mitfrieren der Hornhautperipherie möglichst vermieden werden.

Partielle Irisatrophie beschrieb DE ROETTH in 5 von 201 Augen; er gibt jedoch auch schwerwiegendere Komplikationen an: 4 % der operierten Augen hatten schwere intraoculare Blutungen. Bei 3 von 201 Augen fand sich eine hämorrhagische Aderhautabhebung.

Als Folge einer Kryokoagulation des Ziliarkörpers berichteten

BURCH und MORSE über einen Fall von Netzhautablösung bei einem Neugeborenen mit Buphthalmus. Die ablatio retinae wurde 3 1 2 Monate nach der Vereisung beobachtet, wobei der Netzhautriß von einem durch Kryokoagulation narbig verändertem Netzhaut-Aderhautgebiet ausging. Hier war die Ursache wohl darin zu suchen, daß für die ungewollte Retinopexie (durch zu zentrales Aufsetzen der Kryosonde bei peripherer Lage des Ziliarkörpers des Neugeborenen) Temperaturen zur Anwendung kamen (- 65 bis - 70 Grad, 1 Minute Dauer, 4 Herde, 4,5 mm Limbusdistanz), welche zwar zur Ziliarkörperkoagulation geeignet sind, für eine Retinopexie jedoch vergleichsweise zu lange Expositionszeiten darstellten.

Phtisis bulbi nach Kryokoagulation des Ziliarkörpers wurde bisher nur an Augen mit hämorrhagischem Glaukom beobachtet (THUMM, PAULBORN und HÖSTER). Ob die Kryokoagulation des Ziliarkörpers die Ursache für das Entstehen der Phtisis bulbi ist, dürfte letztlich wohl nur durch eine histologische Untersuchung geklärt werden können. Leider liegen Mitteilungen über histologische Befunde an menschlichen Augen nach Kryokoagulation des Ziliarkörpers nur in zwei Fällen von HILSDORF vor. Es konnten keine besonderen histologischen Veränderungen nachgewiesen werden.

SÖLLNER und THUMM verfügen über einen Fall (bisher nicht publiziert), der wegen Melanoma malignoms enukleiert wurde und an dem zuvor eine Kryokoagulation durchgeführt wurde. Histologische Veränderungen des Ziliarkörpers waren ebenfalls nicht nachweisbar. Elektronenmikroskopische Untersuchungen konnten aus technischen Gründen noch nicht durchgeführt werden.

Die Kenntnisse über histologische Veränderungen nach Kryokoagulation des Ziliarkörpers gestatten uns noch keine Beurteilung. Hingegen sind eine größere Anzahl von Arbeiten über die klinischen Ergebnisse veröffentlicht worden. Eine ausführliche Würdigung der verschiedenen Autoren ist wegen der unterschiedlichen Operationstechnik und einer Reihe anderer Faktoren, die weiter oben besprochen wurden, nicht möglich. Die im folgenden Abschnitt zusammengestellten Ergebnisse berücksichtigen daher nur die Autoren, die über größere Fallzahlen verfügen.

ERGEBNISSE:

Über ein größeres Untersuchungsgut berichteten DE ROETTH, MISIUN sowie SÖLLNER und THUMM. DE ROETTH untersuchte 141 Augen, die einer einmaligen Kryokoagulation unterzogen wurden (- 80 Grad, 6 Herde, 1 Minute Dauer). Bei einer Beobachtungszeit von 37 Monaten waren 57 % reguliert, 23 % unbeeinflußt und 20 % hatten Grenzwerte. Weitere 60 Augen wurden zweimal behandelt. Die zweite Koagulation erfolgte einige Monate nach der ersten. Die Beobachtungszeit betrug 23 Monate. 90 % der Glaukomaugen von Negern und 55 % der Glaukomaugen von Weißen waren reguliert.

MISIUN teilte seine Ergebnisse an 70 Augen mit (- 60 Grad, 8 Herde, 1 Minute Dauer). 49 von 70 Augen waren postoperativ eingestellt. 15 Augen hatten ein tieferes Druckniveau, waren aber nicht reguliert. An 6 Augen blieb der Augeninnendruck unbeeinflußt. 55 Fälle wurden mit Beobachtungszeiten von 6 - 13 Monaten nachuntersucht. Davon hatten 29 regulierten Druck.

SÖLLNER und THUMM hatten bei einer mittleren Beobachtungszeit von 5,5 Monaten (1 - 21 Monate) außerordentlich günstige

Ergebnisse: 8 Versager bei 58 Augen (- 45 bis - 60 Grad, 4-5 Herde, zweimaliges Frieren: einmal 1 Minute, dann 1/2 Minute).

Generell läßt sich zusammenfassend sagen: Schlechte Erfahrungen wurden vor allem beim absoluten und sekundären Glaukom gemacht. Ebenfalls unbefriedigend waren die Ergebnisse beim Glaucoma chronicum simplex im Anfangsstadium und beim congenitalen Glaukom. Die bisherigen Erfolge beim hämorrhagischen Glaukom waren nicht ermutigend, jedoch haben PAULBORN und HÖSTER mit sehr intensiver Kälteanwendung (-80 Grad, 5 sich überlappende Herde, 2 Minuten Dauer) überraschend gute Erfolge hinsichtlich Schmerzfreiheit und Drucksenkung. Die Folge der intensiven Kältebehandlung war andererseits aber eine Fülle schwerer Komplikationen (Phtisis, Hypotonia bulbi, Goniosynechien, Occlusionsmembranen usw.). Am günstigsten waren die Ergebnisse beim weit fortgeschrittenen chronischem Glaukom (DE ROETTH, MOREAU).

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Die in eigenen Untersuchungen (SÖLLNER und THUMM 1971) bei relativ kurzer Beobachtungszeit ermittelten im Gegensatz zu den Mitteilungen in der Literatur außerordentlich günstigen Ergebnisse der Kryokoagulation des Ziliarkörpers wurden nach längerer Beobachtungszeit überprüft. Für die Nachuntersuchung wurden nur die Patienten einbestellt, die bei der Erstuntersuchung regulierten Augendruck hatten. Während bei der Erstuntersuchung 58 Augen von 44 Patienten ausgewertet werden konnten - von diesen 58 Augen hatten 50 regulierten Augendruck - gelangten von 50 Augen bei 37 Patienten nur 37 Augen von 29 Patienten zur Nachuntersuchung. Die Gründe waren unterschiedlich: 3 Patienten waren verstorben, 2 Patienten unbekannt verzogen und 3 Patienten erschienen trotz mehrfacher Aufforderung nicht zur Untersuchung.

Bevor auf unser Patientengut näher eingegangen wird, erscheint es angebracht, zunächst die eigene Operationstechnik eingehend zu schildern, zumal hierin ein möglicher Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse in der Literatur liegen kann.

EIGENE OPERATIONSTECHNIK:

Die Operationen wurden mit dem von Kelman entwickelten Gerät der Firma Frigitronics und dem von Amoils angegebenen Gerät der Firma Keeler durchgeführt. Die Temperaturen lagen zwischen - 45 und - 60 Grad Celsius. Jede Koagulation wurde dann als beginnend bezeichnet und die Zeit entsprechend gestoppt, wenn der Temperaturanzeiger - 60 Grad markierte. In mehreren Fällen schlug der Anzeiger nicht unter - 45 Grad aus, jedoch war der entstehende Eisball makroskopisch nicht von dem üblichen Gefriereffekt zu unterscheiden. Nach Retrobulbäranästhesie und Tensionsmessung wurden mit

der Kältesonde pro Eingriff 4 - 5 Herde in jeweils einer Bulbushälfte, also von 12 - 6 h oder von 6 - 12 h, gesetzt. Zunächst wirkte die Kälte pro Herd 1 Minute ein. Nach dem letzten Herd wurden nochmals 4 - 5 Herde von 1 /2 Minute Dauer an denselben Stellen verabfolgt. Bemerkenswert ist, daß das Kryostilett mit mäßigem Druck auf den Bulbus aufgesetzt wurde.

In letzter Zeit gingen wir dazu über, erst die untere Hälfte, also von 3 - 9 h, zu koagulieren, um die Bindehaut der oberen Hälfte für einen später eventuell erforderlichen fistulierenden Eingriff zu schonen. Der Durchmesser der jeweils gefrorenen Stelle betrug etwa 6 - 7 mm. Am Ende der Operation, die anfangs nach dem Auftrennen der Bindehaut, später durch die unversehrte Bindehaut hindurch erfolgte, wurde wiederum die Tension kontrolliert und 0,3 ml Scheroflurin injiziert. Die Therapie an den folgenden Tagen bestand in 3 x täglich Hydrocortisonsalbe 2,5 % und meist 1 x täglich Scopolamin- oder Neo-Synephrine-Tropfen. Vom ersten postoperativen Tag an wurde die Tension 3 x täglich gemessen.

Erwies sich die erste Kryokoagulation des Ziliarkörpers (= KdZ) als unzureichend, wurde 1 - 3 Wochen später eine zweite KdZ durchgeführt.

Beim Kollektiv der Erstuntersuchung (Tab. 1) wurde an 45 Augen eine KdZ durchgeführt. An 13 Augen wurden zwei Eingriffe vorgenommen. Bei 44 Augen sind keine anderen Operationen, weder vorher noch nachher, erfolgt.

Tab. 1 Operationen pro Auge / Erstuntersuchung

Zahl d. KdZ pro Auge	andere Glaukomoperationen keine	vorher	nachher	
1	35	8	2	45
2	9	1	3	13
	44	9	5	58

Die Verteilung bei der Nachuntersuchung zeigt Tab. 2. Bei 29 Augen war ein Eingriff, bei 8 Augen waren zwei Koagulationen vorgenommen worden.

Tab. 2 Operationen pro Auge / Nachuntersuchung

Zahl d. KdZ pro Auge	andere Glaukomoperationen keine	vorher	nachher	
1	19	8	2	29
2	7	1	-	8
	26	9	2	37

PATIENTENGUT UND ERGEBNISSE:

Die Tab. 3 faßt das Patientengut nach Glaukomarten und Operationsversagern in den beiden Beobachtungszeiträumen zusammen. Die erste senkrechte Rubrik nennt die Gesamtaugenzahl nach Glaukomarten geordnet, die zweite senkrechte Rubrik enthält die dazugehörigen Operationsversager.

Tab. 3 Verteilung nach Glaukomarten und Operationserfolg

Glaukomarten	Erstuntersuchung 5,5 Mon. - T.>22		Nachuntersuchung 23,5 Mon.- T.> 22	
Chronicum simplex	52	6	33	5
Congestivum chron.	1	-	1	-
Sekundärglaukom	3	1	2	1
Hämorrhag. Glaukom	2	1	1	-
	58	8	37	6

ei der Erstuntersuchung waren bei einer mittleren Beobachtungszeit von 5,5 Monaten 50 von 58 Augen = 86 % (Tab. 4) ruckreguliert. Und zwar 33 Augen ohne zusätzliche medikamentöse Therapie und 17 Augen mit zusätzlicher Gabe von Miotica.

ei der Nachuntersuchung fiel das Ergebnis ungünstiger aus. on den 50 regulierten Augen gelangten 37 Augen zur Nachuntersuchung. Bei einer mittleren Beobachtungszeit von 23,5 Monaten waren von den 37 Augen 31 druckreguliert = 84 % Tab. 5), jedoch waren von diesen 31 Augen 24 Augen nur mit usätzlicher Gabe von Miotica reguliert. Einen Überblick er die Beobachtungszeiten geben die Tabellen 4 und 5.

ab. 4 Beobachtungszeiten - Durchschnitt: 5,5 Mon.

onate	Augen
- 1	8
- 2	12
- 3	9
- 4	5
- 5	9
5 - 8	3
9 - 11	4
2 - 13	4
5 - 18	2
9 - 21	2
	58

Tab. 5 Beobachtungszeiten - Durchschnitt: 23,5 Mon.

Monate	Augen
5	1
14 - 15	2
16 - 18	2
19 - 21	12
22 - 24	10
25 - 27	2
28 - 30	1
31 - 33	2
34 - 36	2
40	3
	37

on besonderem Interesse war für uns die Frage, wann denn mit ner Dekompensation des Augendrucks nach der KdZ zu rechnen sei, sich hier möglicherweise auf Prognose und Analyse der Operaon bestimmte Hinweise ergeben könnten. Das war leider nicht r Fall.

Die beiden nächsten Tabellen zeigen den Zeitpunkt der Dekompensation des Augendrucks bei den verschiedenen Beobachtungszeiten. Bestimmte Gesichtspunkte waren aus diesen Tabellen nicht zu ersehen.

Tab. 6 Zeitpunkt der Dekompensation des Augendrucks bei einer Beobachtungszeit von 5,5 Monaten

Monate	- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6
Augen	6	-	-	-	2	-

Bei der Erstuntersuchung waren 8 Augen nicht eingestellt. 6 dieser Augen waren von Anfang an durch die Operation nur ungenügend beeinflußt und wurden zum Teil einer weiteren Operation anderer Art unterzogen. Bei den im 5. Monat dekompensierten 2 Augen handelte es sich um beide Augen eines Patienten, der bereits 14 Tage nach Entlassung wieder beidseits mioticabedürftig wurde, um schließlich im 5. Monat doch zu dekompensieren.

Tab. 7 Zeitpunkt der Dekompensation des Augendrucks bei einer Beobachtungszeit von 23,5 Monaten

Monate	- 5	- 14	- 15	- 16	- 22	- 23
Augen	1	1	1	1	1	1

Tab. 7 zeigt das Ergebnis der Nachuntersuchung. Das Auge, welches im 5. Monat wieder erhöhte Druckwerte aufwies, nahm eine gewisse Sonderstellung ein, da es sich um ein Sekundäglaukom bei FUCHS'SCHER Epithel-Endotheldystrophie und Zustand nach Keratoplastik mit Ausbildung einer retrocornealen Membran handelte. Bei den übrigen Augen lagen verschiedene Beobachtungszeiten vor, so daß keine einheitliche Tendenz erkennbar war.

Als wichtigstes Kriterium für die Beurteilung jeder Glaukomoperation gilt neben der Tensionsregulierung, welche eben dargestellt wurde, die kritische Würdigung der postoperativen Funktion.

FUNKTION:

Bei der Erstuntersuchung war eine Visusabnahme um 1 - 2/10 in 3 Fällen feststellbar. In 2 Augen durch leichte Zunahme der bereits vorher incipienten Cataract, bei dem 3. Auge infolge einer postoperativen Hornhautdystrophie. Nur ein Auge wies postoperativ eine geringe Zunahme der Gesichtsfeldausfälle auf. Bei den postoperativ ohne zusätzliche Miotica regulierten Augen trat fast stets eine Visusverbesserung infolge Erweiterung der Pupille auf normale Werte ein (Tab. 8).

Tab. 8 Funktion der Augen bei einer Beobachtungszeit von 5,5 Monaten (58 Augen)

Visus	Augen
gleich oder besser	55
schlechter	3

Gesichtsfeld	Augen
gleich oder besser	57
schlechter	1

In der Tabelle 9 (s. umseitig) wurde die Funktion der Augen bei der Nachuntersuchung aufgezeichnet. Zu bemerken ist noch, daß strenge Maßstäbe angelegt wurden. Verringerte sich der Visus um 1 Zeile bzw. das Gesichtsfeld um mehr als 10 Grad, erfolgte die Einordnung in die Rubrik "schlechter". Es fand sich eine Verschlechterung des Sehvermögens bei 10 Augen, eine Abnahme des Gesichtsfeldes bei 14 Augen. Diese Zahlen erscheinen auf den ersten Blick unbefriedigend. Werden sie jedoch einer genauen Analyse unterzogen, ergibt sich ein anderer Eindruck. Von den 10 Augen mit schlechterem Sehvermögen waren 3 nicht druckreguliert. Bei den 7 verbleibenden Augen, die alle drucknormalisiert waren, ließ sich der Visus in 4 Fällen durch Cataract erklären. In einem Fall trat Phthisis bulbi mit Verlust der Sehfunktion ein. Die Krankengeschichte dieses Patienten wird im Kapitel "Besondere Fälle" ausführlich geschildert. Bei den restlichen 2 Augen konnte die Visusabnahme nicht hinreichend geklärt werden.

Fast identische Verhältnisse fanden sich bei den Augen mit Gesichtsfeldeinbuße. Am häufigsten war eine konzentrische Einengung infolge peripherer Linsentrübungen zu beobachten. Bei 3 Augen kam es trotz eingestellten Augeninnendrucks zur Zunahme typisch glaukomatöser Ausfälle, 2 dieser Augen sind die oben erwähnten Augen, bei denen der Visus nicht ausreichend geklärt werden konnte. Es muß wohl trotz eingestellten Drucks zu einem Fortschreiten des glaukomatösen Zerstörungsprozesses gekommen sein.

Tab. 9 Funktion der Augen bei einer Beobachtungszeit von 23,5 Monaten (37 Augen)

Visus	Augen
gleich oder besser	27
schlechter	10

Gesichtsfeld	Augen
gleich oder besser	23
schlechter	14

Besonders häufig fanden wir bei der Untersuchung der postoperativen Funktion eine Visus- bzw. Gesichtsfeldeinbuße infolge Cataract. Deshalb erschien es gerechtfertigt, die Ausbildung von Linsentrübungen besonders zu studieren, zumal die Verödung des Ziliarkörpers durch Störung des Linsenstoffwechsels ein Auftreten bzw. die Zunahme einer bereits incipienten Cataract befürchten ließ.

CATARACT:

Die Situation bei der Nachuntersuchung ist in Tab. 10 dargestellt. Bei 18 Augen wurde eine Zunahme der Linsentrübungen beobachtet. Bei 5 Augen trat die Cataract in einem engen zeitlichen Zusammenhang mit der Operation auf. Bei den restlichen 13 Augen sind wir der Ansicht, daß die beobachtete Zunahme der Cataract in Zusammenhang mit einem natürlichen Alterungsprozeß der Linse stand. Hier handelte es sich in der Regel um die weitere

Verdichtung des schon vor der Operation getrübten Linsenkerns oder um Keil- und Speichentrübungen, die schließlich das optische Zentrum erreichten. Einen sicheren zeitlichen Zusammenhang mit der Kryokoagulation konnten wir nicht feststellen, außerdem handelte es sich nicht um Linsentrübungen im Sinne einer Cataracta complicata und weiterhin war die Funktionsminderung nur gering, so daß wir meinen, man könne diese Veränderungen der Kryokoagulation des Ziliarkörpers nicht zur Last legen.

Tab. 10 Linsenbefund nach einer Beobachtungszeit von 23,5 Monaten (37 Augen)

Unveränderter Linsenbefund	16 Augen
Auftreten bzw. Zunahme der Cataract	18 Augen
Aphakie	3 Augen

Nachdem die wichtigsten Kriterien für die Beurteilung einer Glaukomoperation - Tensionsregulierung, Beobachtungszeit, Funktion, Cataract - besprochen sind, stellte sich die Frage, ob denn noch andere Faktoren für die Beurteilung dieser Operation wichtig sind.

FAKTOREN:

Hier war zunächst daran zu denken, ob die Glaukomart von Einfluß auf das Gelingen der Operation ist. Da in unserem Untersuchungsmaterial die Größe der Einzelkollektive zu unterschiedlich war, ließ sich diese Frage nicht beantworten. Dann war zu überlegen, ob die praeoperative Tensionshöhe von Einfluß ist. Aus diesem Grunde wurde die praeoperative Tensionshöhe der eingestellten Augen mit der praeoperativen Tensionshöhe der nicht regulierten Augen verglichen.

Die Zusammenstellung in Tab. 11 und 12 ließ jedoch kein einheitliches Bild gewinnen. In jeder Tensionsgruppe waren Versager und Erfolge. Es hat also den Anschein, als ob die praeoperative Tensionshöhe keinen bestimmenden Faktor für das Operationsergebnis darstellt.

Tab. 11 Praeoperative Tensionshöhe der eingestellten Augen

mm Hg	Augen 5,5 Mon.	Augen 23,5 Mon.
23 - 25	1	-
26 - 30	10	6
31 - 35	8	6
36 - 40	14	8
41 - 45	7	3
46 - 50	3	1
51 - 55	3	3
56 - 60	3	3
82	1	1
	50	31

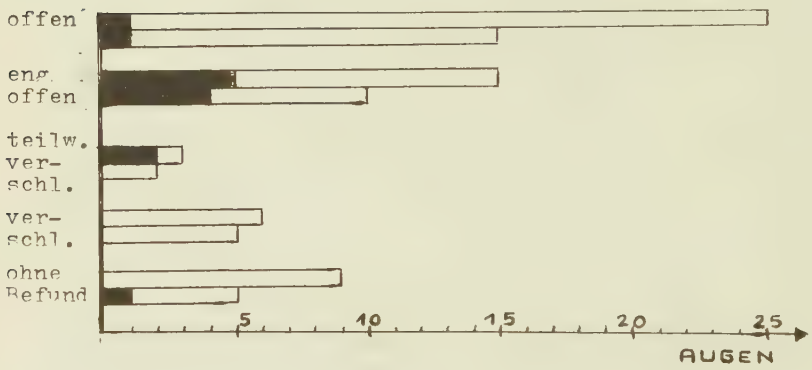
Tab. 12 Praeoperative Tensionshöhe der nicht eingestellten Augen

mm Hg	Augen 5,5 Mon.	Augen 23,5 Mon.
23 - 25	-	-
26 - 30	2	-
31 - 35	2	1
36 - 40	-	1
41 - 45	1	2
46 - 50	-	1
51 - 55	2	1
56 - 60	-	-
82	1	-
	8	6

Schließlich konnte der Kammerwinkelbefund von Einfluß auf das Ergebnis sein. In der Abbildung 1 sind die Beziehungen zwischen dem praeoperativen Kammerwinkelbefund und dem Operationsergebnis zusammengestellt.

Abb. 1 Verteilung der Kammerwinkelbefunde auf den Operationserfolg

I. Säule: 5,5 Monate Beobachtungszeit
II. Säule: 23,5 Monate Beobachtungszeit
= Operationsversager



Hier gab es nun ein überraschendes und schwer erklärbares Ergebnis. Eine erstaunliche Häufung der Operationsversager fand sich bei eng-offenem Kammerwinkel. Dagegen waren die Erfolge bei weit offenem und bei verschlossenem Kammerwinkel günstig. Würde man die Gruppe mit verschlossenem Kammerwinkel bei der Betrachtung dieser Zusammenhänge herausnehmen, könnte man zu der Ansicht gelangen, daß die Häufung der Versager bei eng-offenem Kammerwinkel möglicherweise auf die Verstopfung der noch vorhandenen Abflußwege durch entzündliche Produkte als Folge der Kryokoagulation zurückzuführen ist. Da sich aber beim verschlossenem Kammerwinkel gar keine Versager fanden, ist diese Deutung nicht ausreichend begründet. Eine weitere Schwierigkeit

für die Interpretation ist unsere für die Statistik nicht ausreichende Fallzahl. Vielleicht handelt es sich bei den Erfolgen um Glaukome mit Hypersekretion, jedoch sind diese Überlegungen rein spekulativ. Die Frage nach einem Zusammenhang zwischen Kammerwinkelbefund und Operationsaussichten kann deshalb nicht sicher beantwortet werden. Doch sollte man bei der Indikationsstellung zur Kryokoagulation bei Augen mit eng-offenem Kammerwinkel zurückhaltend sein, da von den 8 Operationsversagern der Erstuntersuchung (58 Augen) 5 Augen einen eng-offenen Kammerwinkel hatten und von den 6 Operationsversagern der Nachuntersuchung (37 Augen) 4 einen eng-offenen Kammerwinkelbefund aufwiesen.

In den vorangegangenen Abschnitten wurde versucht, die Faktoren herauszuarbeiten, die für das Gelingen der Operation von Bedeutung erschienen. An den Schluß dieser Betrachtungen soll die Schilderung von besonderen Einzelfällen treten, die für die Beurteilung der Kryokoagulation des Ziliarkörpers von einer gewissen Bedeutung sind.

BESONDERE FÄLLE:

Als besonders herausragend soll zuerst die Krankengeschichte einer 60-jährigen Patientin geschildert werden, die wegen eines hämorrhagischen Glaukoms nach Zentralvenenverschluß im Oktober 1969 stationär behandelt wurde. Zunächst erfolgte eine Operation nach PREZIOSI. Der Druck lag trotz Einsatzes von Glycerin und Diamox unverändert bei 50 - 60 mm Hg. Rezidivierende Vorderkammerblutungen bei flacher bis aufgehobener Vorderkammer kennzeichneten den postoperativen Verlauf. Schließlich wurde der Entschluß zur Kryokoagulation einer Ziliarkörperhälfte getroffen. Postoperativ wurden zwei Tage lang Druckwerte bis 32 mm Hg gemessen; anschließend

fanden sich immer hypotone Werte zwischen 0 und 7 mm Hg. Bei der Nachuntersuchung im Oktober 1971 war das Auge phthisisch. Wenn es sich auch um ein primär schon hochgradig geschädigtes Auge gehandelt hat, muß doch wegen des unmittelbaren zeitlichen Zusammenhanges angenommen werden, daß die Kryokoagulation des Ziliarkörpers ein auslösender Faktor für die Phthisis bulbi war. Bisher war Phthisis bulbi als Folge einer Ziliarkörpervereisung nur im Tierversuch beschrieben worden.

Auch FAULBORN und HÖSTER beobachteten Phthisis bulbi nach Zyklokryothermie zur Behandlung des hämorrhagischen Glaukoms, hatten jedoch erheblich intensivere Kälteeffekte gesetzt, nämlich - 80 Grad, 8 Herde, 2 Minuten Dauer.

Auch eine weitere Gruppe von 4 Patienten bedarf einer genaueren Analyse. Es handelt sich um 4 Augen von 4 Patienten, bei denen während der Kryokoagulation das Kryostilett zu hornhautnah aufgesetzt worden war. Unmittelbar nach der Operation hatten diese Patienten eine länger anhaltende Hornhautquellung, heftigen intraocularen Reizzustand und passageren Tensionsanstieg. Alle 4 Augen konnten nachuntersucht werden; und zwar bei einer für alle gleichartigen Beobachtungszeit von 23 Monaten. Es zeigte sich folgendes Bild: Alle hatten bei Einsatz von Miotica kompensierten Augendruck. 3 dieser 4 Patienten gleichen Visus und gleiches Gesichtsfeld wie vor der Operation. Bei einem Auge waren Visus und Gesichtsfeld schlechter, und zwar durch Cataractzunahme, welche bereits 4 Wochen nach der Operation einsetzte. Auch bei den übrigen Patienten trat eine Cataractzunahme auf, jedoch ohne Funktionseinbuße. Die Hornhaut war bei allen 4 Augen klar.

Was läßt sich nun aus dem Untersuchungsergebnis dieser 4 Patienten folgern?

1. Auch bei heftiger iridocyclitischer Reaktion mit Hornhautquellung und passagerem Druckanstieg bei zu limbusnahem Aufsetzen der Kryode kann nach Erholung der Augen eine Tensionsregulierung eintreten.

2. Die Komplikation einer schweren intraocularen Reaktion auf das Operationstrauma läßt sich medikamentös unter Einsatz von Mydriatica und Cortison beherrschen.

3. Ein Mitfrieren peripherer Hornhautareale sollte vermieden werden, da die damit verbundene starke entzündliche Reaktion ein Auftreten bzw. die Zunahme der Cataract bewirken kann.

SPÄTFOLGEN:

Über die geschilderten postoperativen Komplikationen hinaus haben wir auch einige Auswirkungen der Kryokoagulation des Ziliarkörpers beobachtet, die sich vor allem bei später erforderlichen Operationen ungünstig bemerkbar machen können. Als Beispiel sollen die folgenden Fallberichte dienen.

Eine 75-jährige Patientin, bei der 16 Monate zuvor die temporale Hälfte kryokoaguliert worden war, wurde wegen dekompensierten Augendrucks erneut aufgenommen und trabekulotomiert. Hierbei zeigte sich, daß die Bindehaut mit der TENON'SCHEN Kapsel und der Sklera zu einem festen Narbengewebe verbacken war. Es ergaben sich große präparative Schwierigkeiten. Einen ähnlich gelagerten Fall beobachtete FISCHER. Gleiche Schwierigkeiten ergaben sich in zwei Fällen bei der Präparation des Bindehautlappens zur Cataractextraktion ab externo.

Eine andere Komplikation der Kryokoagulation des Ziliarkörpers ist das Auftreten einer Irisatrophie, die auch schon von LINCOFF und MCLEAN sowie DE ROETTH beobachtet wurde. Ein von uns operierter Patient wurde an einer anderen Klinik später reoperiert. Bei der dort vorgenommenen Iridencleisis zerfiel die zundrige Iris unter dem Fassen mit der Irispinzette, so daß die Operation nur unter Schwierigkeiten zu Ende geführt werden konnte (WOLLENSAK).

Diese Spätfolgen veranlaßten uns, in letzter Zeit eine modifizierte Technik anzuwenden. Wir koagulieren nicht mehr wie früher die nasale bzw. temporale Hälfte, sondern bevorzugen jetzt die untere Hälfte, um die Bindehaut der oberen Hälfte und auch die Iris für einen später eventuell erforderlichen fistulierenden Eingriff zu schonen.

V. DISKUSSION

Ziel der vorliegenden Arbeit war es festzustellen, ob die Kryokoagulation des Ziliarkörpers ein operatives Verfahren darstellt, das als Bereicherung der bisherigen operativen Möglichkeiten angesehen werden kann.

Eine Reihe von Autoren sind der Ansicht, die Operation senke den Augendruck beim Menschen nur vorübergehend (LINCOFF et al., KRWAWICZ et al., DAN et al., ZENTENO et al., HILSDORF, JOBBAGYI, PAAKKALA) oder gar nicht (HAYE). Unsere Ergebnisse stehen dazu im Widerspruch. Wir konnten bei einer mittleren Beobachtungszeit von 5,5 Monaten eine Tensionsregulierung bei 86 % der operierten Augen feststellen, wobei allerdings 17 von 50 Augen nur mit zusätzlicher Gabe von Miotica reguliert waren. Die Nachuntersuchung der bei der Erstuntersuchung regulierten Augen ergab bei einer mittleren Beobachtungszeit von 23,5 Monaten (5 - 40 Monate) 84 % Tensionsregulierung. Hier waren jedoch 24 von 31 Augen mioticabedürftig. Die Gesamterfolgsrate der Operation nach längerer Beobachtungszeit dürfte also, wenn man die nichtregulierten Augen der Erstuntersuchung in die Berechnung mit einbezieht, bei ca. 60 % Druckregulierung liegen. Ähnliche Ergebnisse haben DE ROETTH und MISIUN mitgeteilt.

Eine mögliche Ursache für die unterschiedliche Beurteilung der Brauchbarkeit dieser Operation dürfte darin zu suchen sein, daß die sich negativ äußernden Autoren eine nur geringe Fallzahl zur Verfügung hatten, während wir sowie DE ROETTH und MISIUN über ein größeres Krankengut urteilen konnten.

Ein anderer Grund für die divergierenden Ansichten muß der unterschiedlichen Operationstechnik anzulasten sein,

die im Kapitel "Operationstechnik" ausführlich geschildert wurde. Als Beispiel sei HAYE genannt, der keinen augendrucksenkenden Effekt beim Menschen fand. Er fror 5 Sekunden mit - 120 Grad Celsius bei 4 Applikationen. LINCOFF äußerte sich über die Augendrucksenkung beim menschlichen Auge ebenfalls negativ, fror aber nur 20 Sekunden. Um eine Eisbildung der Ziliarkörperzotten zu erreichen, muß jedoch mindestens 30 Sekunden gefroren werden (LINCOFF(!), NEMETZ, THUMM). Die von HILSDORF gewählten Expositionszeiten waren unterschiedlich und richteten sich nach dem intraoperativen Druckabfall unter Einwirkung der Kryode. Er erreichte nur vorübergehende Augendrucksenkung.

Zusammenfassend zu den klinischen Ergebnissen muß hervorgehoben werden, daß nach den Untersuchungen von DE ROETTH, MISIUN und uns die Kryokoagulation des Ziliarkörpers den Augeninnendruck über längere Zeit zu senken vermag. Mit einer Ausnahme - Phthisis bulbi bei einem Auge mit hämorrhagischem Glaukom - wurden schwerwiegende Komplikationen von uns nicht beobachtet. Als besonderer Vorzug dieser Operation erscheint uns die große Breite zwischen therapeutisch erwünschter und unerwünschter Läsion. Während bei der Diathermie eine um einige Sekunden zu lange Anwendung akute Druckanstiege infolge Skleraschrumpfung oder Skleranekrose zur Folge haben kann, spielt dieser Faktor bei der Kälteanwendung eine geringere Rolle. Auch die häufigste Komplikation, Iritis bzw. Iridocyclitis, läßt sich therapeutisch sicher beherrschen.

Die Kryokoagulation ist aus diesen Gründen der Diathermie vorzuziehen. Sie ist eine schonende Operation, welche sich zur Behandlung weit fortgeschrittener Glaukome und mehrfach voroperierter Augen eignet, da insbesondere das Wegschmelzen zentraler Gesichtsfeldinseln nicht beobachtet

werden konnte und die Risiken eines bulbuseröffnenden Eingriffs vermieden werden.

ZUSAMMENFASSUNG:

Nach einer kurzen Darstellung der Kältewirkung auf biologische Strukturen, einem historischen Überblick über die Kryochirurgie und einer Schilderung der bisherigen Ergebnisse im Tierversuch und in der Klinik werden die eigenen Ergebnisse an 58 Augen von 44 Patienten besprochen. Insbesondere wird ein kritischer Vergleich zwischen den Frühergebnissen bei einer mittleren Beobachtungszeit von 5,5 Monaten und den Spätergebnissen bei einer mittleren Beobachtungszeit von 23,5 Monaten gezogen.

Bei der Erstuntersuchung fand sich eine Tensionsregulierung bei 50 von 58 Augen = 86 %. 17 dieser Augen waren jedoch nur mit zusätzlicher miotischer Therapie eingestellt.

Bei der Nachuntersuchung der bei der ersten Untersuchung regulierten Augen konnten nur 37 Augen ausgewertet werden. 31 Augen hatten regulierten Augendruck. Allerdings benötigten 24 dieser Augen zusätzliche medikamentöse Therapie.

Als möglicher Faktor für das Mißlingen der Operation könnte der praeoperative Kammerwinkelbefund von Bedeutung sein. Augen mit eng-offenem Kammerwinkel sprachen am schlechtesten auf die Kryokoagulation des Ziliarkörpers an.

Als Komplikationen wurden postoperative Iridocyclitis in 27 %, eine Zunahme der Cataract mit Verschlechterung von Visus und Gesichtsfeld als mutmaßliche Folge der Operation in 4 Fällen und eine Phthisis bulbi mit Verlust der Seh-

funktion beobachtet. Bei 3 weiteren Augen erfolgte eine Funktionsminderung von Visus und Gesichtsfeld trotz regulierter Tension.

Spätfolgen der Kryokoagulation können eine stärkere Vernarbung der Bindehaut und Irisatrophie sein.

Die Ergebnisse werden mit den Mitteilungen der Literatur verglichen.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

ERENS, C.: Cycloelectrolysis. Arch. Ophthalm. (USA) 54 (1955) 548-563

ERENS, C. und SHEPPARD, L. R.: Clinical and experimental consideration of cycloelectrolysis and cyclodiathermy. Amer. J. Ophthal. 50 (1960) 599

IETTI, G. B.: Criocausticazioni episclerali come mezzo di terapia nel distacco retinico. Boll. Ocul. 13, 576 (1934)

IETTI, G. B.: Applicazioni di neve carbonica sulla regione del corpo ciliare come mezzo per ottenere un abbassamento del tono oculare. Atti Soc. ottal. ital. 9, 64-72 (1947)

IETTI, G. B.: Surgical intervention on the ciliary body. J. A. M. A. 142, 889-897 (1950)

OLES-CARENINI, B. und ORZALESI, N.: Effetti del ciclo-criotrattamento sulla funzione e sulla ultrastruttura del corpo ciliare. Boll. Oculist. 48, 149-168 (1969)

OLES-CARENINI, B. und ORZALESI, N.: An experimental and clinical study of aqueous dynamics and ultrastructural changes of the ciliary body after cyclocryotherapy. J. Cryosurg.1: 48-59 (1968)

URCH, P. G. und MORSE, P. H.: Retinal detachment following cyclocryotherapy. Amer. J. Ophthal. 65; 916-918 (1968)

HENOWETH, R. G. und APPLETON, B.: Sequential cyclocryosurgery for glaucoma. Invest. Ophthal. 8; 353 (1969)

ONWAY, J.: Cryosurgery of the ciliary body. Trans. Ophthal. Soc. U. K. 85: 575-576, (1965)

ALMA, A. und FONTAN, R. S.: Ciclocrioterapia en al tratamiento del glaucoma. Bol. Hosp. oftal. N. S. de la Luz 21: 55-56 (1968)

ALMA, A. und FONTAN, R. S.: Cyclocryotherapie pour glaucome rebelle. Second Congrès annuel de cryochirurgie, Miami-Beach, 14./18.1.1968

AVSON, H. und SPAZIANI, E.: The effect of hypothermia on intraocular dynamics. Exp. Eye Res. 1: 182-192 (1961)

E ROETTH jr., A.: Cryosurgery for the Treatment of glaucoma. Trans. Amer. Ophthal. Soc. 63: 189-204 (1965)

E ROETTH jr., A.: Cryosurgery for glaucoma. N. Y. St. J. Med. 66/9: 1081-1083 (1966)

DE ROETTH jr., A.: Cryosurgery for the Treatment of glaucoma. Amer. J. Ophthal. 61: 443-450 (1966)

DE ROETTH jr., A.: Cryosurgery for glaucoma. Int. Ophthal. Clin. 7 331-367 (1967)

DE ROETTH jr., A.: Cryosurgery for the Treatment of advanced chronic simple glaucoma. Trans. Amer. Ophthal. Soc. 66: 45-61 (1968)

DE ROETTH jr., A.: Cryosurgery for the Treatment of advanced chronic simple glaucoma. Amer. J. Ophthal. 66: 1034-1041 (1968)

DE ROETTH jr., A.: Cryosurgery for glaucoma. Amer. Acad. Ophthal. Otolar. 73: 1041-1043 (1969)

DEUTSCHMANN, R.: Über zwei Verfahren bei der Behandlung der Netzhautablösung nebst Bemerkungen zur Genese des Netzhautrisses und seines Verhältnisses zur Entstehung der Ablösung. Klin. Mbl. Augenhk. 91: 450-456 (1933)

DEUTSCHMANN, R.: Die Behandlung der Netzhautablösung mit Jodtinktur und Kohlensäureschnee. Klin. Mbl. Augenhk. 349-355 (1935)

DE VOE, A. G.: The future in ophthalmic surgery, microsurgery, cryosurgery for glaucoma. Highlights Ophthal. 7: 210 (1965)

DE VOE, A. G.: The cryocautery in glaucoma. Highlights Ophthal. 7 214-215 (1965)

DOEBBLER, G. F. und RINFRET, A. P.: Survival of microorganisms after ultrarapid freezing and thawing. J. Bact. 85 485 (1963)

FANTA, H. und HEROLD, I.: Das Verhalten der Restgesichtsfelder nac fistulierenden Operationen. Klin. Mbl. Augenhk. 14 834-845 (1966)

FAULBORN, J. und HÖSTER, K.: Ergebnisse der Zyklokryotherapie bei hämorrhagischen Glaukom. Klin. Mbl. Augenhk. 162: 513-518 (1973)

FISCHER, G.: Persönliche Mitteilung

FORLANI, D., TIBERIO, G. und NEGROMI, L.: Die Kryotherapie in der Ophthalmologie. Bücherei des Augenarztes, 55. Hef 1970, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

FUNDER, W.: Die Quadrantenzyklodiathermie als primäre Glaukomoperation. Klin. Mbl. Augenhk. 129: 73-78 (1956)

GASTEIGER, H.: Über die Zyklodiathermiepunktur von Vogt. Klin. Mbl. Augenhk. 107: 52 (1941)

GASTEIGER, H.: Weitere Erfahrungen mit der Zyklodiathermiepunktur nach Vogt. Klin. Mbl. Augenhk. 109: 738 (1943)

GENÉE, E. und WEITZEL, G.: Ciliarkörperbestrahlung mit schnellen Elektronen bei therapieresistentem Aphakieglaukom. Sitzungsbericht über die 69. Tagung der DOG vom 22. - 25. Sept. 1968

HAGIOPOL, V.: Versuche mit Kryokoagulation bei erhöhtem Augendruck. Oftalmologica (Bukarest, rum.) 14: 75-80 (1970)

HAYE, C., HAUT, J. und MONDON, A.: Résultats de cryocoagulation du corps ciliaire dans certains glaucomes. Bull. Soc. Ophthal. Fr. 67: 383-384 (1967)

HEINSIUS, E. und K. MAASS: Glaukomoperation mittels stumpf-spitzer Diathermie. Klin. Mbl. Augenhk. 128: 414-424 (1956)

HILSDORF, C.: Erfahrungen mit der Kältebehandlung des Ziliarkörpers beim Glaukom. Klin. Mbl. Augenhk. 156: 63-67 (1970)

HOWARD, G. M. und DE ROETTH, A.: Histopathologic changes following cryosurgery of the rabbit ciliary body. Amer. J. Ophthal. 64: 700-701 (1967)

JOBAGGYI, P.: Transconjunctivale Zyklocryopexie bei glaukomatösen Patienten. Szemészet 107: 117-123 (1970) (engl. u. deutsch. Zus.)

KELMAN, C. D. und COOPER, I. S.: Cryogenic ophthalmic surgery. Amer. J. Ophthal. 56: 731 (1963)

KRWAWICZ, T.: On the possibility of intracapsular extraction of cataract by means of the cryoextractor, and correcting aphakia by a plastic operation on cornea. XXVIII Congr. POL. Ophth. Soc., Poznan 1960

KRWAWICZ, T.: Intracapsular extraction of intumescent cataract by application of low temperature. Brit. J. Ophth. 47: 36 (1961)

KRWAWICZ, T. und SWARC, B.: Proby zastosowania cyclocrioaplikacii w leczeniu jaskry. Klin. Oczna 35: 191 (1965)

LEHFINEN, Y. und NIITTYVIITA, A.: Glaukooman syklokryoterapia. Duodecim 84: 1238 (1968)

LINCOFF, H., CAVERO, R., NADEL, A. und MCLEAN, J. M.: Cryosurgery of the ciliary body. Part. II, Arch. Ophth., Chicago, 79: 196-204 (1968)

LOHSE, K. und FUHRMEISTER, H.: Tierexperimentelle Untersuchungen nach Kryozyklotherapie. Klin. Mbl. Augenhk. 162: 505-512 (1973)

MATTHÄUS, W. und KRANTZ, H.: Kryotherapie in der Augenheilkunde Verlag Theodor Steinkopff, Dresden (1973)

MCLEAN, J. M. und LINCOFF, H. A.: Cryosurgery of the ciliary body. Trans. Amer. Ophthal. Soc. 62: 385-407 (1964)

MEESMANN, A.: Erfahrungen mit der Zyklodiathermiepunktur nach A. VOGT bei Glaukom. Klin. Mbl. Augenhk. 109: 721 (1943)

MERTENS, H.: Tonographische Befunde beim Glaucoma chronicum simplex und beim Hypersekretionsglaukom. Klin. Mbl. Augenhk. 148: 175-179 (1966)

MISIUN, F. A.: Cyclocryothermy in the treatment of glaucoma. Oftal. Z. 25: 40-43 (1970) (russ. u. engl. Zus.)

MIZUTA, S., AZUMA, I. und ICHIHASHI, K.: Experimental and clinical attempts at goniocryocautery.(In japanisch mit engl Zusammenfassung) Jap. J. clin. Ophthal. 22: 457-460 (1968)

MOREAU, P. G. und HAUT, J.: Cryo-Ophthalmologie. Masson, Paris (197

MÜLLER, H. K. und KOHLHAAS, W.: Über die diathermische Stichelung des Ziliarkörpers. Sitzungsbericht 77. Versammlung des Vereins Rheinisch-Westfälischer Augenärzte 1947 ref. in: Klin. Mbl. Augenhk. 113: 385 (1948)

NEMETZ, U. R.: Kryochirurgie beim Glaukom. Klin. Mbl. Augenhk. 160 56-59 (1972)

NEMETZ, U. R. und PAPAPANOS, G.: Zur Frage der Operation beim Glaukom mit hochgradiger Gesichtsfeldeinengung. Klin. Mbl. Augenhk. 134: 83-88 (1959)

NEMITZ, G.: Physikalisch-chemische Grundlagen der Gefriertrocknung von Proteinen. Vortrag 5. Gefriertrocknungstagung, Köln, 1962.

NEUBAUER, H.: Die nichtperforierende Zyklodiathermie nach GRÜTER. Klin. Mbl. Augenhk. 121: 9 (1952)

NEUMANN, K. H.: Grundlagen der Gefriertrocknung. 6. Gefriertrocknungstagung, Köln, 1965. Herausgegeben von Leybold-Hochvakuum-Anlagen GmbH.

OTTO, J.: Über den Fixierpunktverfall nach Glaukomoperationen. Klin. Mbl. Augenhk. 131: 178-195 (1957)

PAAKALA, A. M.: Die Zyklokryotherapie bei der Behandlung des Glaukoms. Klin. Mbl. Augenhk. 163: 82-86 (1973)

PATTERSON, C. A., PATERSON, E. F. und BRIGGS, S. A.: Experimental cryosurgery. Arch. of Ophthalmology, Vol. 86: 425-431 (1971)

PETRYS, F.: Anwendung von Cyclokryoapplikation bei Glaukomanfällen. Vortrag: Tagung der Vereinigung Bayrischer Augenärzte und 16. Tagung der Österreichischen Ophthalmologischen Gesellschaft, 31. 5. - 2. 6. 1973, Würzburg.

POLACK, F. M. und DE ROETTH jr., A.: Effect of freezing on the ciliary body (cyclocryotherapy). Invest. Ophthal. 3: 164-170 (1964)

POLLACK, I. P., BECKER, B. und CONSTANT, M. A.: The effect of hypothermia on aqueous humor dynamics. Intraocular pressure and outflow facility of the rabbit eye. Amer. J. Ophthal. 49: 1126-1134 (1960)

RECORD, B. R., TAYLOR, R. und MILLER, D. S.: The survival of Escherichia coli on drying and rehydratation. J. gen. Microbiol. 28: 585-598 (1962)

REISER, K. A.: Die Skleraldiathermiepunktur (S.D.P.), eine einfache Glaukomoperation. Klin. Mbl. Augenhk. 115: 491 (1949)

SAMBURSKY, J. S. und DE PAIVA FERREIRA, G.: Considerations on cryosurgery in ophthalmology . Rev. bras. Oftal. 25: 131-136 (1967)

SAUTTER, H.: Unsere Erfahrungen mit der Zyklodiathermiepunktur. Klin. Mbl. Augenhk. 115: 481 (1949)

SCHLITTER, K.: Beruht die Wirksamkeit der Eingriffe zur Ziliararterienverödung wirklich auf einem Gefäßverschluß? Klin. Mbl. Augenhk. 134: 836-847 (1959)

SCHRECK, E.: Cilo-Anolyse und Cilo-Cyclo-Anolyse. Graefes Arch. Ophthalm. 149: 95 (1949)

SCHÖLER, F.: Experimentelle Erzeugung von Aderhaut-Netzhaut-entzündung durch Kohlensäureschnee. Klin. Mbl. Augenhk. 1: 60, 1-2 (1918)

SCULLICA, L. und PECORI, J.: Modificazioni della circolazione del corpo ciliare dopo trattamenti criogenici; ricerche prel. Boll. Oculist. 48: 302-311 (1969)

SOLE, P.: Rétinopexie étude comparative anatomo-physiologique de la cryo- et diathermo-coagulation. Bull. Soc. Ophthal. Fr. 66: 945 (1966)

SÖLLNER, F. und THUMM, H.-W.: Bisherige Erfahrungen mit der Kryokoagulation des Ziliarkörpers. Klin. Mbl. Augenhk. 158: 207-212 (1971)

STREIFF, E. B. und STUECHI, C.: Traitment du glaucome par destruction des artères ciliaires. Ophthalmologica (Schweiz 139: 262 (1960)

SZYMANSKI, C. L., FURMAN, J. und SZYMANSKI, L. M.: Cyclocryocoagulation. Coagulation of the ciliary body by the action of cold. XXI Congrès International d'Ophthalmologie, Mexico, 1970, in: Acta Conc. Ophthal.

Tagungsberichte der
4. Gefriertrocknungstagung in Köln, 1959
5. Gefriertrocknungstagung in Köln, 1962
6. Gefriertrocknungstagung in Köln, 1965
herausgegeben von Leybold-Hochvakuum-Anlagen GmbH., 5 Köln-Bayental

THIEL, R.: Vorzüge und Nachteile der Zyklodiathermiepunktur nach A. VOGT. Klin. Mbl. Augenhk. 109: 744 (1943)

VEILL, P.: Zit. in Therapeutique Medicale Oculaire. Masson, Paris 1957, Vol. 1

VOGT, A.: Versuche zur intraocularen Druckherabsetzung mittels Diathermieschädigung des corpus ciliare (Zyklodiathermiestichelung.)Klin. Mbl. Augenhk. 97: 672 (193

VON WOLFFERSDORFF, H.: Episklerale Verödung von Ziliararterien als drucksenkende Operation. Klin. Mbl. Augenhk. 122 333 (1953)

WAGNER, H.: Diathermiestichelung des Corpus ciliare bei Glaukom. Sitzungsbericht Schweizerische Ophthalmologische Gesellschaft, 32. Jahresversammlung in Zürich, 3./4. Juni 1939, re. in Klin. Mbl. Augenhk. 104: 344 (1940)

WEEKERS, R., LAVERGUE, G., WATILLON, M., GIESON, M. und LEGROS, A.M.: Effects of photocoagulation of ciliary body upon ocular tension. Amer. J. Ophthal. 52: 156-163 (1961)

WEEKERS, L. und R.: Nichtperforierende retroziliare Diathermiestichelung. Ophthalmologica 109: 212 (1945)

WEVE, A.: Die Diathermie bei Behandlung der Netzhautablösung und beim Buphthalmus. Internationaler Kongreß in Madrid, ref. in Zbl. Ophthalm. 32: 610

WEVE, A.: Oberflächendiathermie. Nederl. Tijdschr. v. Geneesk, 76: 5335 (1932)

WIESINGER, H.: Experiences with a modified technic of cyclocryotherapy. Int. Surg. 48: 425-429 (1967)

WIESINGER, H.: Med. Coll. VA Quart. Bd. 2/4: 245-256 (1966)

WOLLENSAK, J.: Diskussionsbemerkung zum Vortrag THUMM, H.-W. Ergebnisse der Kryokoagulation des Ziliarkörpers. Tagung der Berliner Augenärztlichen Gesellschaft im September 1971.

ZENTENO, E. R., VERDAGUER, J. T., ANGUITA, J. und MIRANDA, M.: Ciclocrioterapia en el tratamiento del glaukoma sekundario. Arch. chil. Oftal. 22: 55-58 (1965)

ZWENG, H. C. und FLOCKS, M.: Experimental photocoagulation of the anterior chamber angle. A preliminary Report. Amer. J. Ophthal. 52: 163-165 (1961)

NACHTRAG:

DAN, R. L. und PRIESTLEY, S. B.: Cryocautery in ophthalmology: A preliminary Report. Amer. J. Ophthal. 59: 259-264 (1965)

LEBENSLAUF

Am 2. April 1943 wurde ich, Hans-Wolfram Thumm, als einziges Kind der Eheleute Hans und Gertraud Thumm in Berlin geboren.

In Berlin besuchte ich von 1949 bis 1953 die Grundschule, von 1954 bis 1960 die Schadow-Schule und von 1960 an die Menzel-Oberschule, ein humanistisches Gymnasium, wo ich 1962 die Reifeprüfung absolvierte.

1962 begann ich mit dem Studium der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin, das ich im Jahre 1969 mit dem Staatsexamen "sehr gut" beendete.

Von 1969 bis 1970 arbeitete ich als Medizinalassistent in folgenden Krankenhäusern:
Städt. Rudolf-Virchow-Krankenhaus Berlin - Augenabteilung.
St. Gertrauden-Krankenhaus Berlin - Chirurgische Abteilung.
Paulinenkrankenhaus Berlin - Innere Abteilung.

In den Jahren von 1970 bis 1973 erfolgte meine Ausbildung zum Facharzt für Augenheilkunde in der Augenabteilung des Städt. Rudolf-Virchow-Krankenhauses. 1973 erhielt ich meine Facharztanerkennung als Augenarzt.

Seit dem 1. Januar 1974 arbeite ich als niedergelassener Augenarzt in der Gemeinschaftspraxis mit Herrn Dr. Teichelmann in Berlin 26, Senftenberger Ring 13.